

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

No 88

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Georges POMÈS

Né le 5 Août 1915, à Bagnères-de-Bigorre (B.-P.)

CONTROLE ET SURVEILLANCE DES CONSERVES ALIMENTAIRES A L'ARMÉE

Président de thèse : M. TANON, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

ANNÉE 1939

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Georges POMÈS

Né le 5 Août 1915, à Bagnères-de-Bigorre (B.-P.)

CONTROLE ET SURVEILLANCE

DES

CONSERVES ALIMENTAIRES A L'ARMÉE

Président de thèse : M. TANON, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	R JUVIERE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale.....	STROHL.
Chimie médicale.....	POLONOVSKI
Bactériologie	ROBERT DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	PASTEUR-VALLERY-RADOT.
Pathologie chirurgicale.....	MONDOR.
Anatomie pathologique.....	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LEVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée....	HENRI BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	CHIRAY.
Clinique médicale.....	ABRAMI.
	FIESSINGER.
	LOEPER
	RATHERY.
	LEREBoullet.
	NOBECOURT.
	LAIGNEL-LAVASTINE.
Hygiène et clinique de la première enfance	GOUGEROT.
Clinique des maladies des enfants.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies mentales et des ma-	LEMIERRE.
ladies de l'encéphale.....	CUNEO
Clinique des maladies cutanées et syphi-	GOSSET
litiques	GREGOIRE
Clinique des maladies du système nerveux	ENCRMANT.
Clinique des maladies infectieuses.....	VELTER.
Clinique chirurgicale.....	CHEVASSU.
	COUJELAIRE.
Clinique ophtalmologique.....	JEANNIN.
Clinique urologique	LEVY-SOLAL.
	MOCQUOT.
Clinique d'accouchements.....	OMBREDANNE.
Clinique gynécologique.....	HARVIER.
Clinique chirurgicale infantile et ortho-	LEMAITRE.
pédie	PIERRE DUVAL.
Clinique thérapeutique médicale.....	M. VILLARET.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	TROISIER.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	MATHIEU.
Clinique propédeutique.....	LAUBRY.
Clinique de la Tuberculose.....	CLOVIS VINCENT.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'a-	N...
dulte	HAZARD.
Clinique cardiologique	MUON
Clinique de neuro-chirurgie	OLIVIER.
Assistance Médico-Sociale.....	SANNAC
Professeurs sans chaire.....	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. AMELINE.
 Pathologie médicale BARIETY.
 Pathologie médicale..... BÉNARD HENRI.
 Pathologie médicale..... BERNARD ETIENNE.
 Hydrologie..... BESANÇON JUSTIN.
 Bactériologie..... BONNET.
 Pathologie médicale..... BOULIN.
 Pathologie médicale BROUET.
 Histologie BULLIARD.
 Pathologie médicale..... CACHERA.
 Anatomie CORDIER.
 Pathologie médicale COSTE.
 Physique DOGNON.
 Urologie FEY.
 Pathologie chirurgicale.. FUNCK.
 Parasitologie GALLIARD.
 Bactériologie GASTINEL.
 Pathologie chirurgicale.. DE GAUDART D'ALLAINES.
 Physiologie GAYET.
 Pathologie médicale..... DE GENNES.
 Histologie GIROUD.
 Pathologie médicale..... HAGUENAU.
 Oto-rhino-laryngologie .. HALPHEN.
 Anatomie pathologique.. HUGUENIN.
 Hygiène JOANNON.

Obstétrique LACOMME.
 Obstétrique LANTUEJOL.
 Pathologie médicale..... LAROCHE GUY.
 Paraskopie..... LAVIER.
 Pathologie médicale BELONG.
 Pathologie expérimentale LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale.. LEVEUF.
 Pharmacologie MERIC J. LEVY.
 Neurologie et Psychiatrie LEVY-VALENSI.
 Pathologie chirurgicale .. MENÉGAUX.
 Pathologie médicale..... MOLLARET.
 Pathologie médicale..... MOREAU.
 Pathologie chirurgicale.. MOULONGUET.
 Pathologie médicale..... MOUQUIN.
 Pathologie chirurgicale.. PETIT LUTHER.
 Médecine légale..... PIÉVELIEVRE.
 Obstétrique PORTES.
 Ophtalmologie RENARD.
 Physiologie RICHET.
 Pathologie chirurgicale.. SÈNÈQUE.
 Pathologie médicale..... TURPIN.
 Obstétrique VIGNES.
 Pathologie chirurgicale.. WILMOTH.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. ALGLAVE.
 Pharmacologie BUSQUET.
 Physiologie CHAILLEY-BERT.
 Obstétrique GUENIOT.
 Pathologie chirurgicale .. HEITZ-BOYER.

Pathologie chirurgicale.. LARDENNOIS.
 Obstétrique LE LORIER.
 Parasitologie NEVEU-LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale .. SCHWARTZ.
 Obstétrique VAUDESCAL.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale	BASSET.	} Clinique chirurgicale
AUBERTIN.		BROCO.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		VELTER.	
PASTEUR-VALLERY- RADOT.			
SEZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale.		
ECALLE			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique.....	LEDOUX-LEBARD.
Stomatologie	RUPPE.
Puériculture	WEIL-HALLÉ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A LA MEMOIRE DE MA MERE

*Je veux ici exprimer du fond
de mon cœur ma reconnaissance
à celle qui n'est plus.*

A MA SŒUR

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'Hygiène et Médecine préventive

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire
le grand honneur de présider
cette thèse.*

*Qu'il trouve ici l'expression
de notre respectueuse gratitude.*

A MES MAITRES DES HOPITAUX DE PARIS

A MES MAITRES DE LA FACULTE DE PARIS

AVANT-PROPOS

L'extension de plus en plus grande, donnée à l'utilisation des conserves alimentaires dans les Armées de Terre et de Mer, le rôle de plus en plus important que jouent ces conserves dans la constitution de stocks de vivres de réserve, posent un certain nombre de questions d'ordre diététique et hygiénique. Nous n'envisagerons pas les premières, dans ce modeste travail, car la plupart des données du problème ont été synthétisées par Mademoiselle Lucie Randoin dans divers travaux et dans sa « Table de Composition de Divers Aliments », (Herrmann 1939).

D'autre part, certaines constitutions de rations types entièrement composées de conserves ont fait l'objet de travaux très poussés, soit pour les caravanes du désert, soit pour les hivernants du pôle (Année Polaire. Travaux de Charcot, etc.), soit chez les sous-mariniens.

Nous nous proposons dans les pages qui vont suivre, après avoir rappelé l'évolution des idées sur les conserves alimentaires, et fait un bref rappel des modifications subies par les aliments au cours de leur

préparation culinario-industrielle, d'envisager quelles peuvent être les altérations que subissent, par le temps ou les manipulations, les conserves alimentaires si bien faites qu'elles soient.

Nous rappellerons quels sont les procédés de détection de ces altérations bactériologiques, physiques, physico-chimiques, et verrons comment ces procédés sont appliqués dans l'armée.

Et nous nous permettrons de suggérer quelques modifications aux règles générales de fabrication des conserves destinées à l'armée, dont la conservation doit être la plupart du temps beaucoup plus longue que celle des conserves destinées à l'alimentation de la population civile. Les stocks, en effet, en doivent être constitués en temps de paix, et de longs intervalles de paix pourront peut-être, dans l'avenir, séparer les périodes de guerre... Mais ceci est une autre histoire...

PREPARATION DES CONSERVES

Nous n'envisagerons ici que la préparation des conserves susceptibles d'être consommées dans l'armée ou la marine. Le procédé unique consiste en la stérilisation des aliments choisis, par la chaleur, viande et légumes, cuisinés ou non.

La préparation des conserves de viande doit être entourée de beaucoup de soins. En raison de la rapidité de la putréfaction des viandes et de la multiplicité des manipulations que la préparation des conserves exige, depuis « l'habillage » jusqu'à la mise en boîtes, il importe d'éviter les souillures multiples dont la viande peut être l'objet. Il est donc nécessaire de choisir une viande de bonne qualité, fraîche, de la manipuler proprement et vite, et avec soin. Pour réaliser ces dernières conditions deux méthodes sont possibles :

soit s'aider du froid pendant les opérations préliminaires;

soit immerger les viandes pendant 12 à 14 heures dans des saumures légères à + 3 ou + 5°, à 16 % de sel marin, 1 à 1,5 de salpêtre et 4 à 5 % de sucre destiné à corriger l'âpreté du salpêtre.

L'une des difficultés de la fabrication des conserves de viande réside dans la richesse de la matière première en eau. Au cours de la première cuisson, en effet, le muscle se rétracte et perd de 40 à 45 % de son poids, sous forme d'un bouillon aqueux, qui, si cette cuisson a eu lieu dans la boîte, imprègne la viande, la macère, et ne peut avoir que des inconvénients. On élimine l'excès d'eau par une première cuisson de la viande débarrassée des parties non comestibles par « parage », soit dans un bain de graisse, soit dans l'eau ou la vapeur d'eau, ce qui constitue le blanchiment. Le bouillon provenant de cette cuisson est, d'ordinaire, filtré ou décanté, et concentré, puis additionné de gélatine ou de bouillon gélatineux, et le mélange gélifiable ainsi obtenu est ajouté à la viande parée, découpée et mise en boîtes, de façon à remplir les vides, à chasser l'air, et à réaliser un enrobage complet.

On se sert comme récipients des boîtes métalliques de formes et de dimensions variables. Ces boîtes doivent être en fer-blanc étamé à l'étain fin, c'est-à-dire ne contenant pas plus de 0,5 % de plomb, ou de 1/10,000 d'arsenic et 97 % d'étain dosé à l'état d'acide métastannique. Toutes les soudures intérieures doivent également être faites à l'étain fin.

La mise en boîtes se fait, soit à la machine, et le remplissage avec le bouillon s'opère par le versement direct dans les boîtes garnies de viande, ou par le vide. Les boîtes remplies sont fermées par application, par soudure ou sertissage du couvercle de métal, opération qui doit être réalisée avec beaucoup de soin.

Dans les conserves sans bouillon, dont le *corned beef* des Américains est le type, la fermeture des boîtes est effectuée sous le vide, au moyen de machines spéciales.

L'étanchéité des boîtes est contrôlée par l'immersion dans un bain d'eau chaude, à 80° - 85°. Toute fuite s'annonce par un chapelet de bulles d'air dans la couche liquide qui se trouve immédiatement au-dessus de la boîte défectueuse. Celle-ci est, séance tenante, réparée ou mise de côté.

On procède ensuite à la stérilisation, qui est le plus important des actes de la fabrication des conserves, puisque c'est de lui que dépend tout l'avenir de celles-ci.

En Amérique, on stérilise certaines conserves à l'autoclave (*boiled-beef*), pour d'autres, on fait le vide dans les boîtes et on stérilise à l'autoclave, en abaissant la température du chauffage ou de préférence au bain-marie bouillant pendant trois heures ou plus, suivant la grosseur des boîtes. Ceci est surtout utilisé pour les conserves fines.

En France, on stérilise à l'autoclave à une température qui varie de 100° à 120° pendant un temps plus ou moins long, suivant la grosseur des boîtes et leur poids, suivant la nature et la fragilité des produits; pour les viandes qui ont été préalablement blanchies, le chauffage à 112-115° pendant une heure trente à une heure 45 semble suffire et il ne semble pas nécessaire d'atteindre les températures de 118-120° jadis indiquées par Brouardel.

La stérilisation terminée, et la température de l'autoclave revenue à 100° celui-ci est ouvert et les boîtes sont sorties. Puis elles sont soumises à une nouvelle vérification destinée à éliminer les boîtes défectueuses, caractérisées par des déformations permanentes du fond, et celles qui, par accident de fabrication sont imparfaitement stérilisées, ce dont on s'assure par l'exposition des boîtes à l'étuve à 58° pendant une quinzaine de jours, temps au bout duquel toute boîte dont la stérilité n'est pas parfaite a subi un bombement significatif, et qui, si elle était conservée, serait vouée à une altération plus ou moins rapide.

Nous verrons plus loin que ce bombement immédiat à la sortie de l'étuve est bien différent du « bombement physiologique » des boîtes de conserve, qui, lui, ne les rend pas impropres à la consommation.

Les légumes sont conservés à l'état de pulpe ou sous leur forme naturelle. Dans ce dernier cas on leur fait subir préalablement un nettoyage et un épluchage, puis un blanchiment ou cuisson incomplète, destinés à prévenir l'action des bactéries du foin, à nettoyer les légumes, à assouplir, à distendre les fibres, à coaguler les protéines, à atténuer les propriétés organoleptiques trop marquées de certains, et à conserver la saveur des autres. Puis ils sont rafraîchis dans l'eau pure, abondamment renouvelée, pour les raffermir, mis en boîte; puis remplissage de celle-ci, avec une saumure légère, de 20 à 30 grammes de sel marin par litre, additionnée parfois d'un peu de

sucré (petits pois). Enfin, cuisson-stérilisation à 112-115° pendant un temps variable avec la nature des produits et le volume des boîtes, ou immersion dans l'eau bouillante durant une heure 30 au moins, et trois heures au plus.

Pour conserver leur couleur naturelle à certains légumes, on les reverdit au sulfate de cuivre, ajouté au moment du blanchiment, en quantité telle que le produit reverdi ne renferme pas plus de 100 milligrammes de sel par kilogramme de produit égoutté. Pour les légumes destinés à être conservés entiers, la coloration est également utilisée, mais ces méthodes ne sont pas courantes quant aux conserves dites d'armée, et il s'agit là de produits de luxe qui ne font pas l'objet de notre travail.

Enfin, la conservation des fruits pose quelques problèmes que nous écartons volontairement, la consommation de conserves de fruits étant assez rare dans l'armée bien que dans la marine et surtout à bord des sous-marins, elle représente une part importante de la ration journalière.

MODIFICATIONS APPORTEES AUX ALIMENTS PAR LA CONSERVATION PAR LA CHALEUR

VIANDES.

La chaleur coagule les matières protéiques, sans que l'on connaisse exactement la nature du phénomène. D'autre part elle détermine :

Des modifications physiques : la couleur devient grisâtre ou gris rosé, la trame conjonctive se gélatinise, proportionnellement à la température et à la durée du chauffage. Les fibres du muscle se dissolvent plus ou moins facilement.

Des modifications chimiques : Il existe alors des phénomènes d'oxydation ou d'hydrolyse, avec libération du soufre sous forme d'hydrogène sulfuré, et d'azote à l'état d'ammoniaque.

Des modifications biochimiques : Les diastases et les vitamines sont virtuellement détruites. La viande bouillie a perdu presque toute sa vitamine B antinévritique. A 120 degrés toutes les vitamines sont anéanties. Le chauffage à moins de 100, sous vide tel qu'il est pratiqué en Amérique ne détruit pas ces vitamines, mais ne semble pas donner au point de vue de la stérilisation les mêmes garanties que la méthode française.

Les conserves de viande *s'améliorent quelques temps en vieillissant* : trois à cinq mois. Mais le vieillissement prolongé s'accompagne de modifications dans l'aspect, dans les propriétés physiques et organoleptiques, dans la constitution du produit. Toutefois ces modifications ne deviennent sensibles qu'au bout de douze à quinze ans. La digestibilité et la valeur nutritive ne sont guère modifiées pendant ce laps de temps. La seule propriété légèrement diminuée est la valeur anti-scorbutique.

LÉGUMES.

Alors qu'il semblait d'après certaines expériences de date cependant assez récente que toutes les vitamines des légumes conservés étaient détruites, le récent (et premier) Congrès de la conserve a prouvé qu'il n'en était rien. Des chiffres qu'il ne nous appartient pas de discuter ont démontré l'existence de la plupart des vitamines dans les conserves de légumes préparées selon des méthodes modernes, et en suivant des techniques désormais éprouvées. Il semble qu'il s'agisse surtout de la combinaison de températures inférieures à 100 et du vide. Les vitamines ne sont pas seules protégées, mais aussi les propriétés organoleptiques, et les caractères naturels.

Les accidents de conservation des végétaux sont rares. Les bombements qui résultent des altérations possibles tiennent au développement de ferments acidifiants, et sont d'ordinaire sans conséquences fâcheuses pour ceux qui les consomment.

BOMBEMENT MICROBIEN DES BOITES DE CONSERVES

On peut pratiquement dire que le bombement bactérien des boites de conserves est devenu extrêmement rare à notre époque, étant données les conditions de préparation que nous venons d'exposer, et qui semblent s'améliorer de jour en jour.

Toutefois, une telle possibilité n'étant pas exclue, comment se réalise un tel bombement, et comment le contrôle des boites ainsi bombées peut-il s'effectuer ?

La chaleur, en effet n'a pas totalement constitué la stérilisation du milieu : elle a réalisé en vérité une sorte de stabilisation du milieu, en faisant naître deux conditions qui sont des facteurs *limitants* :

Facteur limitant, par *réaction du milieu*, en acidifiant celui-ci, par *viscosité du milieu*, diminuée, car plus la viscosité du milieu est élevée, moins la stérilisation du milieu s'effectue facilement. Facteur limitant, également, qu'est le *nombre des bactéries* que renferme la conserve, attendu que les premières bactéries détruites laissent échapper des substances qui deviennent protectrices pour les autres bactéries.

Vaillard, examinant un nombre considérable de conserves, a pu constater que, sur 100 boîtes de conserves examinées, 80 boîtes renfermaient des microbes qui, par des artifices particuliers, et surtout par action de l'oxygène, ont pu être revivifiés, mais il est vrai, assez faiblement. Ces microbes sont toutefois capables, dans certaines conditions, d'acquérir un certain degré de virulence.

Or il faut se souvenir que dans une conserve, et quel que soit le soin apporté à sa fabrication, entre toujours un certain nombre de bactéries, en provenance soit des abattoirs, soit des réservoirs gastro-intestinaux des animaux, soit de l'air, soit de l'eau, soit des manipulateurs, soit des fissures possibles des boîtes. Le nombre peut en être considérable, avec des espèces extrêmement multiples.

On y trouve des aérobies : *mesentericus*, le subtilis; des anaérobies diplocoques, des streptocoques, des staphylocoques, des colibacilles. Enfin on y trouve des bacilles appartenant à la famille des *salmonella*, qui jouent un rôle de premier plan dans les intoxications alimentaires, et en particulier dans le botulisme. Enfin, on rencontre des microbes très particuliers, thermophiles, qui ne vivent qu'à des températures d'au moins 55 à 60 degrés.

Le rôle de ces bactéries est complexe. Rappelons simplement qu'elles agissent par leurs diastases, que ces diastases disloquent les diverses molécules, la « lipidique » pour la scinder en ses constituants, glycérine et acides gras; la « glucidique » par oxydo-réac-

tion donne de l'alcool éthylique, de l'acide acétique et de l'acide oxalique d'une part, et qui, par aldolisation est susceptible de donner de l'acide 6-oxybutilique, de l'acétone, de l'acide butyrique et de l'alcool butylique; enfin les diastases protéolytiques qui, en agissant sur la molécule protidique, dégradent cette molécule en passant par les divers stades, albumose, peptone, amino-acide, et là, sont susceptibles de se décarboxyler pour former des amines, ou de se désaminer, pour former des acides, de former des corps phénylques, et enfin un certain nombre de gaz qui sont l'hydrogène, CO₂, l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, etc (FLEURET).

On peut donc dire que lorsque l'on se trouve en face d'un bombement microbien, on constate que l'on est devant une véritable cuve à fermentation, comportant la présence de gaz malodorants, d'une matière putridagineuse, soit en somme d'une boîte qui, à l'intérieur, a conservé son aspect normal, mais dont l'odeur est caractéristique.

Dans les cas intermédiaires, dans lesquels on n'a affaire qu'à des microbes agissant sur les matières glucydiques, le diagnostic est difficile, et le laboratoire est nécessaire, avec ingestions ou injections, analyses de gaz et cultures.

Quelles sont donc les analyses nécessaires, permettant de constater que les boîtes ne comportent aucun germe revivifiable ?

Il faut préalablement stériliser, par grattage ou alcoolisation de la peinture qui recouvre la boîte, un

« point de ponction ». Puis une fois cette stérilisation locale effectuée, on ponctionne la boîte, et on procède à un prélèvement à l'aide d'un écouvillon stérile, qu'on ensemente ensuite en tubes de bouillon. En cas de non stérilisation, on constate dans les tubes la culture caractéristique du *B. subtilis*. Dans la plupart des cas, on ne procède à aucune autre recherche bactériologique, le Laboratoire Central de Recherches de l'Armée semblant lui-même se limiter à une telle investigation quant à la recherche du *B. Subtilis*.

D'une façon générale les bombements bactériens sont extrêmement rares, mais ces bombements sont extrêmement dangereux. Les règlements militaires sont très stricts, et toute boîte bombée doit être systématiquement rejetée comme non consommable. La perte ainsi provoquée est considérable, surtout en raison du stockage immense rendu nécessaire par les préparatifs de l'entre-deux-guerres. Or, nous allons le voir, il existe un certain nombre, beaucoup plus important qu'il ne le pourrait sembler tout d'abord, de ces boîtes bombées, qui ont subi un bombement « physico-chimique » et que le règlement astreint à rejeter, mais qui sont tout à fait propres à la consommation. L'allure interne des conserves bombées peut cependant se trouver tellement altérée qu'elle inspire une inappétence bien excusable. Nous allons maintenant examiner les causes d'un tel bombement, et nous verrons par la suite comment on pourrait éviter un tel déchet dans les stocks de conserves de l'armée.

BOMBEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DES BOITES DE CONSERVES

C'est à la remarquable conférence du Vétérinaire Lieutenant Colonel Fleuret que nous empruntons les renseignements qui vont suivre, et dont la connaissance est encore trop peu répandue.

Les conserves stockées présentent au bout d'un certain temps des modifications extérieures : le couvercle se soulève, mais reste mobilisable, par des pressions diverses. La boîte alors est dite « floche ». Un peu plus tard, la tension du gaz de l'intérieur de la boîte est telle, qu'il devient impossible de déprimer le couvercle. La boîte est « bombée ».

Le fer blanc de la boîte porte des taches noires de sulfure de fer, des taches brunes de sulfure d'étain, et certaines plaques sont totalement désétamées. La gelée de la conserve a totalement disparu, et se trouve remplacée par un liquide lactescent qui renferme des particules blanches, qui ne sont autres que le résultat de l'hydrolyse des graisses et de la combinaison des acides gras avec de la soude. La viande est tachée de particules noires de sulfure de fer et d'étain, a

perdu sa coloration, présente une teinte générale saumonée, a perdu en même temps sa consistance, et donne l'impression d'une viande trop cuite.

L'atmosphère qui, au début n'était que de l'air emprisonné est modifiée : l'oxygène est disparu, le CO₂ figure pour 2 à 4 pour cent, et l'hydrogène atteint 50 à 80 sinon 90 % du contenu gazeux de la boîte.

Discutant alors pour savoir si l'on se trouve devant un phénomène diastasique ou un système électrolytique, conditionné par le fer blanc, les électrolytes, l'atmosphère, on arrive à la démonstration suivante :

Il ne se peut agir d'un phénomène diastasique, bien qu'on puisse supposer que les bactéries atteintes dans leur vitalité au moment de la stérilisation aient pu, par réaction favorable du milieu, lâcher leurs diastases, et particulièrement une déshydrogénase, base du phénomène. Toutefois, si l'on prélève du bouillon de ces boîtes, que l'on l'ensemence sur des bouillons à pH 3, 4, 5, 6, 7, 8, que l'on porte le tout à l'étuve, il ne se produit pas de dégagement d'hydrogène.

Tout au contraire, tout milite en faveur d'un bomblement par électrolyse. Et nous nous excusons de ne pas reprendre ici la définition des phénomènes électrolytiques, désormais trop classiques pour nécessiter une nouvelle démonstration qui serait par trop succincte en ce modeste travail.

Rappelons simplement que tous les phénomènes d'électrolyse sont conditionnés par la formation de l'oxygène, d'abord, et surtout de l'hydrogène ensuite.

La boîte de conserve est-elle susceptible de nous rendre compte des phénomènes de corrosion ? Le fer blanc, en effet est susceptible de se corroder. Il est constitué par une lame d'acier doux qui passe à travers un bain d'étain. Il se forme un pseudo-alliage acier-étain recouvert d'une couche d'étain. Ce pseudo alliage est extrêmement cassant, extrêmement poreux, et demande un décapage de la lame extrêmement soigné pour pouvoir se produire. Une tache de rouille apparaît-elle, il se produit une solution de continuité, dite par les Américains la « normal pore » qui constitue une amorce à la corrosion. Si, au cours du passage de la lame dans le bain d'étain, des gaz sont adsorbés, ces gaz passent au travers de l'alliage, soulèvent la couche d'étain, la bulle crève à la surface et le phénomène d'Evans peut lui être appliqué.

La stérilisation, par ailleurs a eu pour effet de déterminer un dégagement d' H_2S , qui attaque l'étain et met ainsi le fer blanc à nu. Le fer blanc, d'autre part présente lui aussi une amorce à la corrosion. Le fer, en effet, est constitué par les deux phases « fer » et « carbone ». Pour réaliser la vraie homogénéité chimique primaire la phase carbone doit disparaître dans la phase fer, et pour avoir l'homogénéité chimique complète, toutes les impuretés, phosphore, silice, etc., doivent disparaître dans la phase primaire.

Supposons l'homogénéité chimique complète réalisée, il faudrait que l'homogénéité physique soit aussi obtenue ce qui est pratiquement irréalisable, que l'homogénéité cristalline soit totale, ce qui est impossible,

le fer subissant des états allotropiques, suivant sa chauffe et suivant son refroidissement.

Enfin l'étain, métal noble par rapport au fer devrait être protégé dans l'ensemble « fer blanc » et au contraire on lui demande de protéger le fer, qui ainsi devient cathodique.

Comment peut on mettre en évidence les phénomènes d'électrolyse ainsi rendus possibles par cette brève démonstration ?

« Il suffit de prendre du bouillon de viande, de le mettre dans des tubes à fermentation, de mettre à l'intérieur une lame de fer blanc, de porter les divers milieux à des pH variables, de 3 à 7 et soit d'analyser le milieu, soit de doser l'étain et le fer. On peut encore doser l'hydrogène qui se dégage dans le tube central. Or il a été constaté que ce dégagement en fonction du milieu est extrêmement net. Plus le milieu est acide, c'est-à-dire plus le pH est bas, plus les phénomènes d'électrolyse sont intenses. Lorsqu'on arrive à un pH voisin de la neutralité, c'est-à-dire vers pH 7, les phénomènes d'électrolyse sont devenus pratiquement nuls ».

On peut donc, d'après l'expérimentation, inhiber totalement les phénomènes d'électrolyse des boîtes de conserves, en changeant la réaction du milieu, et en ramenant ou en élevant celui-ci à pH 7 ou à pH 8. Or le contenu normal des boîtes de conserves est à pH 6,2. Au point de vue expérimental, il suffit d'amener ce contenu à pH 7 par l'adjonction d'une goutte de soude de 30 % par centimètre cube pour arrêter

d'une façon complète les phénomènes électrolytiques.

D'autre part, on a constaté que les phénomènes d'électrolyse étaient toujours augmentés dans les jus dans lesquels le chlorure de sodium était présent.

Enfin, on a constaté que lorsqu'on prolonge la stérilisation, les phénomènes d'électrolyse sont beaucoup moins accusés. On n'a cependant pas constaté de modifications de la réaction du milieu. Mais si on a par contre, enregistré quelques modifications de l'effet tampon, c'est-à-dire du rapport qui existe entre acide ou base en fonction des modifications du pH, ces modifications ne permettent pas de tirer des conclusions de quelque valeur des expérimentations renouvelées.

La viscosité peut-elle avoir une influence sur les phénomènes d'électrolyse ? En ajoutant de la gélatine de façon à porter la concentration à 2 ou à 5 % on a constaté que l'électrolyse dans des bouillons non salés était augmentée par l'adjonction de la gélatine, et au contraire, avec des bouillons qui sont salés, l'adjonction de gélatine avait la propriété de diminuer les phénomènes d'électrolyse jusqu'au pH 4 environ.

ESSAIS DE REMEDES AU PHENOMENE DE L'ELECTROLYSE

Est-il possible de modifier les phénomènes de l'électrolyse en fonction de la viscosité du milieu, pour tâcher de polariser le système ?

Avec de la gélatine il a été impossible de le faire, ni au point de vue de la polarisation proprement dite, ni au point de vue de la viscosité du milieu, à 2 ou 5 %, la stérilisation à 115° pendant une heure et demie faisant perdre à la gélatine son pouvoir gélifiant.

En utilisant au contraire la gélose dans la proportion de 1,5 % environ, on a pu constater qu'à partir de pH 7 les phénomènes d'électrolyse étaient complètement inhibés : en effet, l'hydrogène qui se collecte sur la cathode, ne pouvait plus diffuser à l'intérieur du milieu, et par conséquent restait là où il prenait naissance, et comme le milieu était solide, le système se trouvait être polarisé.

Pour arriver à déterminer un arrêt complet des phénomènes d'électrolyse il importe donc de parvenir à réaliser un stockage des boîtes dans des locaux isothermes à une température constante d'environ 16 à 17°, car la gélatine qui est incorporée aux boîtes de conserves n'est qu'une pseudo-gélatine, complètement

hydrolysée, non seulement par son mode de fabrication, mais aussi par le fait même de la stérilisation.

On peut également polariser le système par l'adjonction de soude dans le milieu, pour porter celui-ci de pH 6,2 à pH 7. Il importe alors d'inhiber complètement le système par l'adjonction de gélose, corps qui ne s'hydrolyse pas à la température de 115°, qui confère au milieu une solidité suffisante, une prise suffisante, qui ne permettent pas la diffusion de l'hydrogène, et qui confèrent au milieu une stabilisation absolument complète.

CONCLUSIONS

1) Le bombement microbien des boîtes de conserves destinées à la consommation dans l'armée est devenu exceptionnel en raison des méthodes chaque jour plus perfectionnées utilisées au cours de la fabrication de ces aliments de réserve, ou d'usage courant (marine et en particulier sous-marins).

2) La flore de telles boîtes, par les dangers de graves intoxications alimentaires qu'elle présente, justifie pleinement le rejet des boîtes « bombées » comme impropres à la consommation.

3) Il existe toutefois un « bombement physico-chimique » des boîtes de conserves, dû à un phénomène d'électrolyse, qui transforme complètement l'allure du produit conservé, suscite l'inappétence, mais ne dénature pas réellement la qualité intrinsèque de ce produit en tant qu'aliment. Toutefois, en raison des modifications dans l'allure des mets ainsi électrolysés, le rejet de ces boîtes se comprend parfaitement, bien que représentant une perte considérable pour l'indendance, et, partant, pour le Pays tout entier.

4) Cette électrolyse est due pour une part aux qualités inhérentes au métal des boîtes de conserves, pour une part plus importante, au pH du milieu.

5) Ce milieu peut être neutralisé, ou tout au moins polarisé, par l'addition au milieu, de soude, pour por-

ter le pH de 6,2 à pH 7. Il faut alors inhiber complètement le milieu par l'adjonction de gélose, permettant d'augmenter la viscosité de 2 à 5 %, mais la proportion optima est de 1,5 % qui semble suffisante pour permettre d'inhiber les phénomènes d'électrolyse à partir de pH 6.

6) Les conserves ainsi polarisées et à électrolytes inhibés sont d'une valeur alimentaire excellente, tant du point de vue vitaminique, que du point de vue plasmatique ou énergétique. Le produit n'est jamais toxique, bien qu'il contienne des amines (histamine, tryptamine) et certains acides (acide formique et acide oxalique, acide lactique et acide glycolique, acide oxalique et acide benzoidique).

7) En temps de guerre, la constitution de réserves alimentaires sous forme de conserves prend toute sa valeur, en raison de la cuirasse métallique qu'offrent ces conserves à une éventuelle atteinte des gaz asphyxiants, de quelque nature qu'ils soient, susceptibles de rendre impropre à la consommation les vivres de réserve, pain, viande ou légumes, exposés à l'atteinte de ces gaz, et de détruire ainsi, en quelques instants, le ravitaillement nécessaire aux formations de l'avant.

Vu : le Doyen de la Faculté.
TIFFENEAU.

Vu : le Président de thèse.
TANON.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

BIDAULT ET BLAGNAN. — L'emploi de l'aluminium dans la conserverie. *Revue d'Hygiène*, février 1930.

CARON (R). — Antiseptiques et conservation des aliments
Thèse de Paris, 1933.

DUBRISAY. — Salicylage des substances alimentaires. *Rec. des Trav. du Com. Consult. d'Hyg. Publ. de France*, 1882, 1883, 1885, 1886.

FLEURET. — Le bombement physico-chimique des boîtes de conserve. Exercice pratique fait à Paris le 14 mars 1938. *Bulletin mensuel de l'Ecole de perfectionnement des Médecins de réserve de la Région de Paris*, avril 1938.

LASSAUSSE. — La fabrication des conserves et les problèmes qu'elle pose. *Gazette Médicale de Nantes*, Septembre 1935.

LE MAHAUT, MACHEBŒUF, TSCHERNIAKOWSKY. — A propos de la maladie des conserves. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, Paris, février 1934.

NAZARIAN. — La protection des denrées alimentaires mises en conserves par le laquage des boîtes. Thèse de Paris, 1931.

SIMONNET. — Le formol dans la conservation des viandes. *Rec. de Méd. Vétérin.*, Paris, 1920.

SACQUEPEE ET JUDE. — Note de technique au sujet de l'expertise bactériologique des boîtes de conserves. *Annales de falsifications*, mars et avril 1937.

TANON. — Sur l'emploi du sulfure de carbone pour la désinfection des matières alimentaires. *Bull. de l'Académie de Médecine*, 16 février 1937.
